

# IMAGE PROCESSING SYSTEM

Publication number: JP2003046778

Publication date: 2003-02-14

Inventor: WATANABE NOBUYUKI

Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO

Classification:

- International: G06T5/00; G06T5/20; G06T5/40; H04N1/407;  
G06T5/00; G06T5/20; G06T5/40; H04N1/407; (IPC1-7):  
H04N1/407; G06T5/00; G06T5/20; G06T5/40

- European:

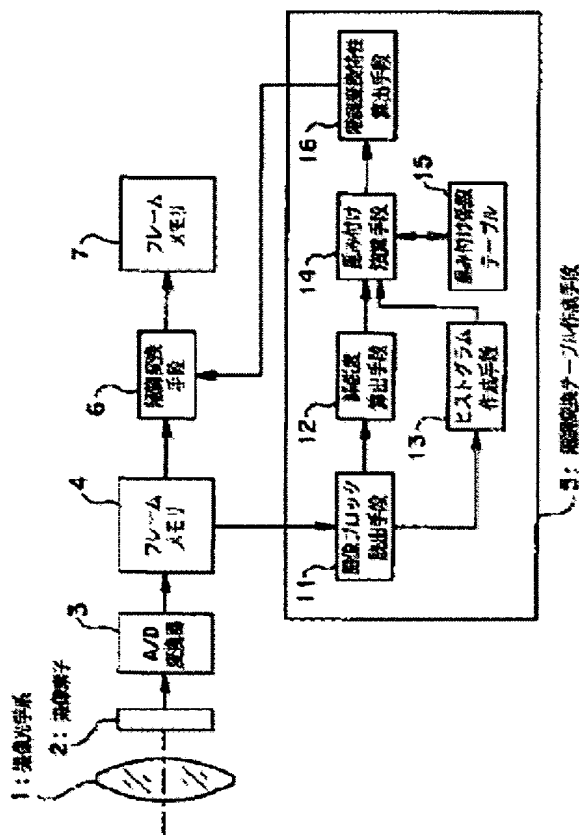
Application number: JP20010233888 20010801

Priority number(s): JP20010233888 20010801

Report a data error here

## Abstract of JP2003046778

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image processing system capable of acquiring an image of subjectively more preferred gradation. **SOLUTION:** This image processing system is provided with an image block reading means 11 for reading an image by dividing the image into a plurality of blocks, a histogram preparing means 13 for preparing the histogram of a luminance signal for each block read by the image block reading means 11, a weighting calculating means 14 for weighting the histogram of each block prepared by the histogram preparation means 13 corresponding to the block position in the screen, a gradation conversion characteristic calculating means 16 for calculating the gradation conversion characteristics of the whole screen by using the histogram of each block weighted by the weighting calculating means 14, and a gradation converting means 6 for gradation-converting the image based on the gradation conversion characteristics calculated by the gradation conversion characteristic calculating means 16.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-46778  
(P2003-46778A)

(43)公開日 平成15年2月14日(2003.2.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 N 1/407		G 0 6 T 5/00	1 0 0 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00	1 0 0	5/20	A 5 C 0 7 7
5/20		5/40	
5/40		H 0 4 N 1/40	1 0 1 E

審査請求 未請求 請求項の数15 O.L (全 11 頁)

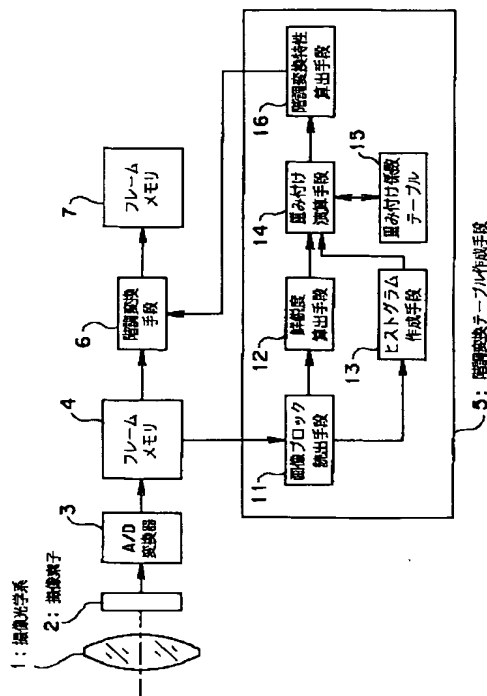
(21)出願番号	特願2001-233888(P2001-233888)	(71)出願人	000000376 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22)出願日	平成13年8月1日(2001.8.1)	(72)発明者	渡辺 伸之 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内
		(74)代理人	100076233 弁理士 伊藤 進
		Fターム(参考)	5B057 BA02 BA11 CC02 CE05 CE06 CE11 CH09 DC16 DC23 5C077 MP07 NN02 PP02 PP14 PP15 PP47 PP49 PQ18 PQ19 SS03

(54) 【発明の名称】 画像処理システム

(57) 【要約】

【課題】 主観的により好ましい階調の画像を得ることができる画像処理システムを提供する。

【解決手段】 画像を複数のブロックに分割して読み出す画像ブロック読出手段１１と、この画像ブロック読出手段１１により読み出されブロック毎に輝度信号のヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段１３と、このヒストグラム作成手段１３により作成されたブロック毎のヒストグラムに画面内のブロック位置に応じた重み付けを行う重み付け演算手段１４と、この重み付け演算手段１４により重み付けされた各ブロックのヒストグラムを用いて画面全体の階調変換特性を算出する階調変換特性算出手段１６と、この階調変換特性算出手段１６により算出された階調変換特性に基づき画像を階調変換する階調変換手段１８と、を備えた画像処理システム。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を複数の領域に分割する領域分割手段と、

この領域分割手段により分割された領域毎に、輝度信号のヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、  
このヒストグラム作成手段により作成された領域毎のヒストグラムに、画面内における該領域の位置に応じた重み付けを行う重み付け手段と、

この重み付け手段により重み付けされた各領域のヒストグラムを用いて、画面全体の階調変換特性を算出する階調変換特性算出手段と、

この階調変換特性算出手段により算出された階調変換特性に基づき、画像を階調変換する階調変換手段と、  
を具備したことを特徴とする画像処理システム。

【請求項2】 上記重み付け手段は、画面内における領域の位置に応じた所定の重み付けを記憶する記憶手段をさらに有してなり、この記憶手段に記憶された所定の重み付けを基本として、領域の重み付けを行うものであることを特徴とする請求項1に記載の画像処理システム。

【請求項3】 上記所定の重み付けは、画像の中央部付近を画像の周辺部に比して重くするような重み付けであることを特徴とする請求項2に記載の画像処理システム。

【請求項4】 上記画像の鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出手段をさらに具備し、

上記重み付け手段は、この鮮鋭度算出手段により算出された鮮鋭度を参照して、上記所定の重み付けを変更するものであることを特徴とする請求項3に記載の画像処理システム。

【請求項5】 上記鮮鋭度算出手段は、上記領域分割手段により分割された領域毎に鮮鋭度を算出するものであり、

上記重み付け手段は、この鮮鋭度算出手段により算出された鮮鋭度が所定の閾値を超える領域について、重みを重くするように重み付けを変更するものであることを特徴とする請求項4に記載の画像処理システム。

【請求項6】 上記鮮鋭度算出手段は、上記領域分割手段により分割された領域毎に、注目画素と該注目画素に隣接する画素との差分の絶対値に係るヒストグラムを演算し、さらに、画像に平滑化処理を行ったときの、上記ヒストグラムの変動量を示すSF (Sharpness Factor) 値を演算して、これに基づき鮮鋭度を算出するものであることを特徴とする請求項5に記載の画像処理システム。

【請求項7】 上記鮮鋭度算出手段は、上記領域分割手段により分割された領域毎にエッジを検出して、検出されたエッジに基づいて鮮鋭度を算出するものであることを特徴とする請求項5に記載の画像処理システム。

【請求項8】 上記鮮鋭度算出手段は、上記領域分割手段により分割された領域毎に空間周波数を検出して、検

出された空間周波数に基づいて鮮鋭度を算出するものであることを特徴とする請求項5に記載の画像処理システム。

【請求項9】 上記鮮鋭度算出手段は、画像全体の鮮鋭度を算出するものであることを特徴とする請求項4に記載の画像処理システム。

【請求項10】 上記重み付け手段は、上記画像が撮像されたときの光学系の絞り値情報と焦点位置情報とを含む光学系情報を取得して、この光学系情報を参照することにより、上記所定の重み付けを変更するものであることを特徴とする請求項3に記載の画像処理システム。

【請求項11】 上記重み付け手段は、上記絞り値情報が小絞りであることを示すものであって、かつ上記焦点位置情報が焦点位置が遠いことを示すものである場合には、領域間の重み付けの相違が小さくなるように重み付けを変更するか、または全領域が均一となるように重み付けを変更するものであることを特徴とする請求項10に記載の画像処理システム。

【請求項12】 上記重み付け手段は、上記絞り値情報が開放絞りまたは開放絞りに近いことを示すものであって、かつ上記焦点位置情報が焦点位置が近いことを示すものである場合には、上記所定の重み付けをそのまま用いるか、または領域間の重み付けの相違が大きくなるように重み付けを変更するものであることを特徴とする請求項10に記載の画像処理システム。

【請求項13】 上記重み付け手段は、最大の重みを有する領域と、最小の重みを有する領域と、の重みの比が所定の制限値以内となるように制限するリミッタを有してなり、上記画像の不鮮明さの度合いを示す画像不鮮明度情報を参照することにより、該リミッタによる制限を行うものであることを特徴とする請求項1に記載の画像処理システム。

【請求項14】 上記画像不鮮明度情報は、上記画像が撮像されたときの手振れ情報とビントばけ情報との少なくとも一方を含むものであることを特徴とする請求項13に記載の画像処理システム。

【請求項15】 上記リミッタは、上記画像不鮮明度情報に応じて、上記制限値を適応的に変更するものであることを特徴とする請求項13に記載の画像処理システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理システム、より詳しくは、画像を階調変換する画像処理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】CCD等の撮像素子により光電変換したアナログの露光信号を、離散的な階調を備えたデジタルの画像信号にA/D変換する画像処理システムにおいて、被写体の輝度や色を忠実に再現するためには、これ

らの輝度や色に多くの階調を割り当ててダイナミックレンジの拡大を図れば良い。

【0003】しかし、以下に示すような理由により、実際に使用することができる階調数には制限があることが知られている。

【0004】まず、第1の理由として、メモリの制限が挙げられる。これは、1つのチャンネルに割り当てる階調数が8bitを越えると、通常のアーキテクチャでは倍のメモリのアドレスが必要となり、つまりメモリの容量を増やさなければならなくなる。しかし、デジタルカメラのハードウェアでは、メモリの容量を増やそうとすると、ハードウェアのコストや消費電力が上昇してしまうために、その制限は容易に破ることができない。

【0005】次に、第2の理由として、コンピュータの画面上や、プリンタで表現することができる色数には制限があることが挙げられる。各画素を表現することができるデータ量はRGBの場合24ビットが上限とされており、CMYKの場合は32ビットが上限とされている。この上限に基づいて、各種のデバイスのアーキテクチャが設計されているために、色数をさらに上げる変更は容易ではない。

【0006】仮に、上述した内の第1の理由で述べた課題が、メモリのコストが下がって低消費電力タイプのメモリが開発された等の理由により、解決されたとしても、依然として、上記第2の理由で述べた課題はクリアすることができない。

【0007】そこで、デジタルカメラでは、撮像素子からA/D変換器を介して得られた10bitもしくはそれ以上のデジタル信号を、階調変換特性に従って8bitまで階調を圧縮する処理が行われる。このときに、原画像の階調特性をできるだけ失わないように、階調変換特性が設定されている。

【0008】階調変換曲線（トーンカーブ）を設定する手段の具体的な一例としては、特開平8-181887号公報に記載されているような、高階調域については階調の対数に比例した特性で圧縮を行い、低階調域については階調にほぼ比例した特性で圧縮する技術が挙げられる。

【0009】さらに他の例として、ヒストグラムのイコライゼーションと呼ばれるものが挙げられる。これは、あるヒストグラムが与えられている場合に、そのヒストグラムを最も効率良く分離するための階調変換を行うものである。

【0010】これらに類似する技術は、例えば特開平7-99619号公報に記載されている。

【0011】こうした技術をさらに発展させて、周波数特性と階調のヒストグラムとを参照することにより、被写体の中で最も生かしたい周波数領域を選択して、その領域の階調情報を重視するように階調変換を行う技術が、例えば特開平11-75212号公報に記載されて

いる。

【0012】また、露光条件を異ならせて撮像を2回行うことにより2つの画像を取得し、それぞれの画像の露光比と階調のヒストグラムとを参照して、最も好ましい階調変換特性を設定する技術が、例えば特開2000-228747号公報に記載されている。

【0013】この特開2000-228747号公報に記載されているような、画像全体の輝度のヒストグラムから適切な階調変換特性を求める手段の1つとして、交換後の輝度のヒストグラムが、目標関数としてのガウス分布になるようにする手段がある。

【0014】具体的には、次の数式1に示すように、交換前の画像全体のヒストグラムを $H(L)$ とすると、ガウシアンカーネルを用いてこの $H(L)$ をコンボリューションすることにより、ガウス分布をなすヒストグラム $G(L)$ を得るものとなっている。

【0015】

【数1】

$$G(L) = H(L) * \frac{1}{\sqrt{2\pi k}} \exp\left(-\frac{L^2}{k^2}\right)$$

ここに、記号「\*」はコンボリューションを表し、「 $L$ 」は輝度信号のレベル値、「 $k$ 」はどの程度までガウシアン状に変換するかを調整するためのパラメータである。この公報に記載の実施形態においては、 $k$ として、例えば元の階調ヒストグラム $H(L)$ の標準偏差の1～2倍程度の値を用いている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上記特開2000-228747号公報に記載されたような、撮影時に露光量を異ならせて2回の露光を行うことにより2枚の画像を取得し、それぞれの適正露光域の輝度ヒストグラムを参照して階調変換特性を行い、階調変換後の画像を合成して広ダイナミックレンジの画像を得る手段は、処理後に得られる階調は理想的となるが、2回の露光の間に被写体が動いてしまった場合には、画像が異なって適応することができないことがある。

【0017】一方、1度の撮影で得られた画像に基づいて、画像全体のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムを参照して階調変換曲線を作成する場合には、画像中で最も階調特性を生かしたい被写体領域を選択することができず、さらに、周波数領域に関しても、ある周波数領域が、撮影者が最も関心のある領域であるかどうかを瞬時に判断することはできない。すなわち、主要被写体は、画像の中心付近に分布する可能性が高いと考えられるが、単純に画像全体のヒストグラムを用いる手段では、画像の中心付近により多くの階調情報や色情報を割り当てて、主要被写体に対して効率の良い階調変換を行うことは困難である。

【0018】また、フォーカシングが行われる場合に

は、例えば風景写真のように画像の全体でシャープなフォーカスが得られている場合と、ポートレート写真のように主要被写体のみに強調してフォーカスが得られている場合とがあり、これらは絞りや焦点位置が異なっている。このような異なるフォーカス状態の何れに対しても、同じように、画像のヒストグラムを作成して階調変換曲線の設定していると、撮影者が期待しているような画像の再現が得られない場合がある。

【0019】こうして、単に画像全体の階調を最適化するのではなく、撮影者が最も関心がある主要被写体等の領域に対して、より多くの輝度や彩度の階調を割り当てた主観的に好ましい画像を得る技術が望まれている。

【0020】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、主観的により好ましい画像を得ることができる画像処理システムを提供することを目的としている。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、第1の発明による画像処理システムは、画像を複数の領域に分割する領域分割手段と、この領域分割手段により分割された領域毎に輝度信号のヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、このヒストグラム作成手段により作成された領域毎のヒストグラムに画面内における該領域の位置に応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付け手段により重み付けされた各領域のヒストグラムを用いて画面全体の階調変換特性を算出する階調変換特性算出手段と、この階調変換特性算出手段により算出された階調変換特性に基づき画像を階調変換する階調変換手段と、を備えたものである。

【0022】また、第2の発明による画像処理システムは、上記第1の発明による画像処理システムにおいて、上記重み付け手段が、画面内における領域の位置に応じた所定の重み付けを記憶する記憶手段をさらに有してなり、この記憶手段に記憶された所定の重み付けを基本として、領域の重み付けを行うものである。

【0023】さらに、第3の発明による画像処理システムは、上記第2の発明による画像処理システムにおいて、上記所定の重み付けが、画像の中央部付近を画像の周辺部に比して重くするような重み付けである。

【0024】第4の発明による画像処理システムは、上記第3の発明による画像処理システムにおいて、上記画像の鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出手段をさらに備え、上記重み付け手段は、この鮮鋭度算出手段により算出された鮮鋭度を参照して、上記所定の重み付けを変更するものである。

【0025】第5の発明による画像処理システムは、上記第4の発明による画像処理システムにおいて、上記鮮鋭度算出手段が、上記領域分割手段により分割された領域毎に鮮鋭度を算出するものであり、上記重み付け手段は、この鮮鋭度算出手段により算出された鮮鋭度が所定の閾値を超える領域について、重みを重くするように重

み付けを変更するものである。

【0026】第6の発明による画像処理システムは、上記第5の発明による画像処理システムにおいて、上記鮮鋭度算出手段が、上記領域分割手段により分割された領域毎に、注目画素と該注目画素に隣接する画素との差分の絶対値に係るヒストグラムを演算し、さらに、画像に平滑化処理を行ったときの、上記ヒストグラムの変動量を示すSF (Sharpness Factor) 値を演算して、これに基づき鮮鋭度を算出するものである。

【0027】第7の発明による画像処理システムは、上記第5の発明による画像処理システムにおいて、上記鮮鋭度算出手段が、上記領域分割手段により分割された領域毎にエッジを検出して、検出されたエッジに基づいて鮮鋭度を算出するものである。

【0028】第8の発明による画像処理システムは、上記第5の発明による画像処理システムにおいて、上記鮮鋭度算出手段が、上記領域分割手段により分割された領域毎に空間周波数を検出して、検出された空間周波数に基づいて鮮鋭度を算出するものである。

【0029】第9の発明による画像処理システムは、上記第4の発明による画像処理システムにおいて、上記鮮鋭度算出手段が画像全体の鮮鋭度を算出するものである。

【0030】第10の発明による画像処理システムは、上記第3の発明による画像処理システムにおいて、上記重み付け手段が、上記画像が撮像されたときの光学系の絞り値情報と焦点位置情報とを含む光学系情報を取得して、この光学系情報を参照することにより、上記所定の重み付けを変更するものである。

【0031】第11の発明による画像処理システムは、上記第10の発明による画像処理システムにおいて、上記重み付け手段が、上記絞り値情報が小絞りであることを示すものであって、かつ上記焦点位置情報が焦点位置が遠いことを示すものである場合には、領域間の重み付けの相違が小さくなるように重み付けを変更するか、または全領域が均一となるように重み付けを変更するものである。

【0032】第12の発明による画像処理システムは、上記第10の発明による画像処理システムにおいて、上記重み付け手段が、上記絞り値情報が開放絞りまたは開放絞りに近いことを示すものであって、かつ上記焦点位置情報が焦点位置が近いことを示すものである場合には、上記所定の重み付けをそのまま用いるか、または領域間の重み付けの相違が大きくなるように重み付けを変更するものである。

【0033】第13の発明による画像処理システムは、上記第1の発明による画像処理システムにおいて、上記重み付け手段が、最大の重みを有する領域と、最小の重みを有する領域と、の重みの比が所定の制限値以内となるように制限するリミッタを有してなり、上記画像の不

鮮明さの度合いを示す画像不鮮明度情報を参照することにより、該リミッタによる制限を行うものである。

【0034】第14の発明による画像処理システムは、上記第13の発明による画像処理システムにおいて、上記画像不鮮明度情報が、上記画像が撮像されたときの手振れ情報とピントばけ情報との少なくとも一方を含むものである。

【0035】第15の発明による画像処理システムは、上記第13の発明による画像処理システムにおいて、上記リミッタが、上記画像不鮮明度情報に応じて、上記制限値を適応的に変更するものである。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1から図9は本発明の第1の実施形態を示したものであり、図1は画像処理システムの構成を示すブロック図、図2は鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図、図3は鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図、図4は鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図、図5は鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図、図6は重み付け関数の一例を示す線図、図7は鮮鋭度の計算の結果により重み付けを大きくする画像ブロックの領域を示す図、図8は上記図7に基づく変更後の重み付け関数を示す線図、図9は上記図8の重み付けに基づき算出された階調変換特性曲線の一つを示す図である。

【0037】この画像処理システムは、図1に示すように、撮像光学系1と、この撮像光学系1により結像される光学的な被写体像を電気的な画像信号に変換する例えばCCD等である撮像素子2と、この撮像素子2から出力されるアナログの画像信号を例えば10bitの階調を有する離散的なデジタルの画像信号に変換するとともにRGB信号からY/C信号に変換するA/D変換器3と、このA/D変換器3により変換された10bit階調の1フレーム分の画像データを記憶しておくフレームメモリ4と、このフレームメモリ4に記憶された画像データを参照して後述するように階調変換特性を作成する階調変換テーブル作成手段5と、上記フレームメモリ4から画像データを読み出して上記階調変換テーブル作成手段5により作成された階調変換特性を用いて例えばコンピュータで標準的に扱われる8bitの階調となるように階調変換する階調変換手段6と、この階調変換手段6により変換された8bit階調の画像データを記憶するフレームメモリ7と、を有して構成されている。

【0038】上記階調変換テーブル作成手段5は、上記フレームメモリ4に記憶された画像データに係る輝度信号を予め設定された大きさの領域であるブロックに分割して該ブロック単位で読み出す領域分割手段たる画像ブロック読出手段11と、この画像ブロック読出手段11により読み出されたブロックの鮮鋭度を算出する鮮鋭度算出手段12と、上記画像ブロック読出手段11により

読み出されたブロックの輝度ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段13と、重み付け手段を構成するものであり画像内におけるブロック位置に応じたブロック毎の重み付け係数を記憶する記憶手段たる重み付け係数テーブル15と、この重み付け係数テーブル15から重み付け係数を読み出すとともに上記鮮鋭度算出手段12により算出された鮮鋭度を必要に応じて参照することにより該重み付け係数を変更して上記ヒストグラム作成手段13により算出された各ブロック毎のヒストグラムを重み付け加算することにより画像全体のヒストグラムを計算する重み付け手段たる重み付け演算手段14と、この重み付け演算手段14により算出された画像全体の輝度ヒストグラムを用いて階調変換特性を算出する階調変換特性算出手段16と、を有して構成されている。

【0039】次に、このような画像処理システムの作用を説明する。

【0040】上記撮像光学系1により結像され、撮像素子2により撮像された画像信号は、上記A/D変換器3によりデジタル信号に変換されて輝度信号と色差信号に分離された後に、上記フレームメモリ4に記憶される。

【0041】上記画像ブロック読出手段11は、このフレームメモリ4に記憶された輝度信号を、例えば8×8でなる64個のブロックに分割して(図7等参照)、該ブロック毎に読み出す。

【0042】上記ヒストグラム作成手段13は、この画像ブロック読出手段11により読み出されたブロック内の各画素の輝度ヒストグラムを、ブロック毎に作成する。

【0043】一方、上記鮮鋭度算出手段12は、上記画像ブロック読出手段11により読み出されたブロック毎の輝度信号から、該ブロックの鮮鋭度を示すパラメータを計算する。ここでは、鮮鋭度算出手段12は、鮮鋭度を示すパラメータとして、例えばSF値を計算するようになっている。

【0044】ここで上記SF値を計算する手段の一例について、図2から図5を参照して説明する。

【0045】ある画素を注目画素とするとき、該注目画素と隣接画素との差分値は、図2に示すように、注目画素と該注目画素に隣接する8つの画素との輝度の差分を取り、さらにその絶対値を取ることで算出される。

【0046】例えば、図3に示すように、中央に位置している注目画素の輝度レベルが16、左上の隣接画素の輝度レベルが12、上の隣接画素の輝度レベルが14、右上の隣接画素の輝度レベルが20、左の隣接画素の輝度レベルが8、右の隣接画素の輝度レベルが24、左下の隣接画素の輝度レベルが12、下の隣接画素の輝度レベルが16、右下の隣接画素の輝度レベルが32となっているものとする。

【0047】このとき、注目画素と隣接画素との差分の絶対値ΔDは、図4に示すように、左上の隣接画素との

差分絶対値が4、上の隣接画素との差分絶対値が2、右上の隣接画素との差分絶対値が4、左の隣接画素との差分絶対値が8、右の隣接画素との差分絶対値が8、左下の隣接画素との差分絶対値が4、下の隣接画素との差分絶対値が0、右下の隣接画素との差分絶対値が16となる。

【0048】こうして差分の絶対値 $\Delta D$ のヒストグラムを計算すると、0レベルが1、2レベルが1、4レベルが3、8レベルが2、16レベルが1となるために、0～16レベルに各対応して(1, 0, 1, 0, 3, 0, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)となる。

【0049】このような差分絶対値 $\Delta D$ のヒストグラムをブロック内の全画素を注目画素として算出し加算すると、例えば図5に示すようなヒストグラム $S_0$ が得られる。さらに、この鮮鋭度算出手段12は、原画像に平滑化フィルタをかけて、平滑化後の画像についても同様にブロック内の全画素についてヒストグラムを算出して加算する。これにより、例えば図5に示すような平滑化されて輝度差の絶対値が全体的に小さくなったヒストグラム $S_3$ が得られる。

【0050】SF値は、平滑化による変動が大きいか否かを示す指標であり、これら $S_0$ と $S_3$ の分布の相違している部分の面積、つまり図5の斜線で示した部分の面積として与えられ、次の数式2により定義される。

【0051】

【数2】

$$SF = \sum_{i=0}^{255} |S_0(i) - S_3(i)|$$

ここに、「1」は、上記図2から図4を参照して説明したような輝度差の絶対値のレベルであり、0～255までの256階調の値をとるものとしている。

【0052】こうして得られたSF値は、その値が大きいか、原画像の鮮鋭度が高いと評価され、逆に値が小さければ原画像の鮮鋭度が低いことになる。

【0053】なお、鮮鋭度を算出する手段は、上述に限るものではなく、画像の空間周波数のパワースペクトルにおける特定の帯域でのパワーの積分値を算出して、これを鮮鋭度を示す指標として用いても良いし、あるいは、画像に線形のエッジ検出フィルタをかけてさらにコンボリューションすることによりエッジのエネルギーを求め、これを鮮鋭度を示す指標として用いるようにしても構わない。

【0054】このようにして、64個の各ブロック毎にSF値を算出した結果、例えば図7の領域19に示すような幾つかのブロックが、所定の閾値よりも鮮鋭度が高いと判定されたとする。このとき、鮮鋭度が高い領域には主要被写体等が位置している可能性が高いと考えられるために、この鮮鋭度が高い領域について、階調をより重点的に配分するように、重みを重くするようにする。

【0055】すなわち、重み付け演算手段14は、ブロック毎のヒストグラムを参照する際に、上記重み付け係数テーブル15に記憶されている重み付け係数を標準的に用いるようになっており、この標準的な重み付け係数は、例えば図6に示すように、画像の中央部付近のブロックに周辺部よりも重みが多く配分されるように設定されている。ここに、図6の分布における $8 \times 8$ のメッシュ点の値が、 $8 \times 8$ の各ブロックに与える重みを示しており、ここでは正規化された係数の例となっている。

【0056】さらに、必要に応じて上記鮮鋭度算出手段12により算出された鮮鋭度を考慮し、図7に示すような鮮鋭度の高い領域19の重みを他の領域に比べて重くするようにすると、図8に示すような重み付けの分布が得られる。

【0057】このような各ブロック毎の重み付け係数を、対応するブロックのヒストグラムに積算し、積算後の全ブロックのヒストグラムを加算することにより、ブロックを単位として重み付けがなされた画像全体の輝度ヒストグラムが作成される。

【0058】この画像全体の輝度ヒストグラムから、適切な階調変換特性を求める手段は、種々のものがあるが、ここでは一例として、ガウシアンカーネルを用いてコンボリューションする手段を採用している。

【0059】上述したようにブロック毎に重み付けして得られた画像全体のヒストグラムを $H(L)$ とし、さらに、目標関数としての平坦化したヒストグラムを $G(L)$ とすると、この $G(L)$ は、上述した数式1と同様の、次の数式3により得られる。

【0060】

【数3】

$$G(L) = H(L) * \frac{1}{\sqrt{2\pi k}} \exp\left(-\frac{L^2}{k^2}\right)$$

ここに、記号「\*」はコンボリューションを表し、

「L」は輝度信号のレベル値、「k」はどの程度までガウシアン状に変換するかを調整するためのパラメータである。

【0061】この第1の実施形態においては、パラメータ $k$ として、例えば上記ヒストグラム $H(L)$ の標準偏差の1～2倍程度を用いている。このように、パラメータ $k$ を、元の画像のヒストグラム $H(L)$ から求めているために、撮影シーンに応じた適応的な階調変換を行うことが可能となっている。

【0062】階調変換特性の曲線は、次の数式4を用いて得られる。

【0063】

【数4】

$$r(L) = \sum_{i=0}^L \frac{1}{\sqrt{2\pi k}} \exp\left(-\frac{i^2}{k^2}\right)$$

実際には、この数式4により得られた階調変換特性をそのまま用いて変換を行うと、階調の高い領域での変換が冗長になるののために、ある程度の階調レベルまでは、式の特性に合わせ、階調レベルが高い領域は圧縮するといったknee変換が必要となる。

【0064】このようにして得られた階調変換特性は、例えば図9に示すようになる。

【0065】上述したように、この実施形態では、上記A/D変換器3により10bit(0~1023)の階調として生成された画像データを、階調変換手段6により8bit(0~255)の画像データに変換しており、輝度が高い信号と低い信号については階調の圧縮率が高く、輝度が中間の信号は階調が十分に保持されるような階調変換特性となっている。

【0066】なお、上述では、撮像光学系1や撮像素子2等を備えた撮像装置に画像処理システムを適用した例について説明したが、これに限らず、コンピュータにおいて画像処理プログラムにより処理を行う画像処理システムなどについても適用可能であることは勿論である。

【0067】このような第1の実施形態によれば、画像をブロックに分割して、画像内における各ブロックの位置に応じた重み付けを行った後に、画像全体の輝度ヒストグラムを求めているために、撮影者が意図している領域により多くの階調を割り当てることができ、少ない階調数でも主観的に好ましい画像を生成することができる。

【0068】さらに、重み付けを行う際に鮮鋭度の情報も考慮しているために、通常、ピントが最も合っていると思われる主要被写体により多くの階調を割り当てることが可能となる。

【0069】そして、画像全体の階調のヒストグラムから階調変換特性を求める際に、画像に応じて適応的に行っているために、撮影された画像により適した階調変換を行うことができる。

【0070】図10は本発明の第2の実施形態を示したものであり、画像処理システムの構成を示すブロック図である。この第2の実施形態において、上述の第1の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

【0071】この第2の実施形態は、撮影時の撮像光学系の設定について考慮した実施形態である。

【0072】撮影者が、例えば風景写真などのような、画面全体にフォーカスの合った画像を得ようとする場合には、絞りを小絞りにし、さらに焦点位置を中距離から遠距離の被写体に合わせて、MTF(Modulation Transfer Function: 変調伝達関数)が最も良くなるように設定するのが一般的である。

【0073】これに対して、撮影者が、例えばポートレート写真などのような、特定の被写体にのみピントを合わせてそれ以外の被写体についてはぼけ味のある画像を

得たい場合には、絞りを開放または開放の近くにし、さらに特定被写体を比較的近距离で撮影するように、つまり焦点位置が近距离となるようにすることが多い。

【0074】このように、撮像光学系1の設定を示す光学系情報から、撮影者が意図している画像の出来映えについての手掛かりを知ることが可能である。

【0075】そこで、本実施形態は、撮影者の意図により適した画像を得ることができるよう、該撮像光学系1に関する光学系情報に基づいて、階調変換特性を調整するようにしたものである。

【0076】この第2の実施形態の画像処理システムは、図10に示すように構成されていて、上述した第1の実施形態とはほぼ同様に構成されているが、手動操作に応じて、または自動調節によって、上記撮像光学系1の絞りや焦点位置を調節する撮影条件制御手段21を設け、この撮影条件制御手段21により設定された撮影条件を示す光学系情報が、上記重み付け演算手段14に出力されるようになっている。

【0077】また、上記重み付け係数テーブル15内には、各ブロックに対応する重み付け係数を画像内の全ブロックに対して取り揃えた係数のセットが、予め、複数種類記憶されている。

【0078】上記重み付け演算手段14は、上記撮影条件制御手段21から出力される絞りや焦点位置などの光学系情報を考慮して、重み付け係数テーブル15に記憶されているの中から適切な係数セットを選択するようになっている。

【0079】例えば、撮影者の意図が画面全体に焦点を合わせるものである場合には、各ブロックに対する重み付けが均等もしくは均等に近くなるような係数セットを選択し、一方、撮影者の意図が特定の被写体のみに焦点を合わせるものである場合には、画面中央部と画面周辺部との重み付けの比がより大きくなるような係数セットを選択する、などである。

【0080】さらに、この重み付け演算手段14は、上記光学系情報に応じて、上記鮮鋭度算出手段12に計算を行わせるか否かを判断するようになっている。具体的には、撮影者の意図が画面全体に焦点を合わせるものである場合には、該鮮鋭度算出手段12の計算を不要とし、一方、撮影者の意図が特定の被写体のみに焦点を合わせるものである場合には、該鮮鋭度算出手段12の計算を行わせて合焦している被写体部分により多くの階調を割り当てるようにする、などである。

【0081】なお、上述では、重み付け係数テーブル15内に複数の係数セットを記憶させておいたが、これに限らず、基本となる重み付け係数のセットのみを記憶させておき、絞りや焦点位置の情報に基づいてこの重み付け係数を補正することにより、適切な係数を演算するようにしても構わない。

【0082】また、上述では、光学系情報として絞りや



焦点位置の情報を例に挙げているが、これに限るものではなく、例えば上記撮像光学系1がズーム光学系である場合には、焦点距離の情報なども光学系情報として用いるようにすると良い。

【0083】このような第2の実施形態によれば、上述した第1の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、さらに、絞りや焦点位置などの撮影条件を示す光学系情報に基づき、撮影者の撮影意図を推定し、該推定結果に基づき適切な階調変換を行うようにしているために、より主観的に好ましい画像を得ることができる。

【0084】続いて、本発明の第3の実施形態について、必要に応じて上記第1、第2の実施形態の図面を参照しながら説明する。この第3の実施形態において、上述の第1、第2の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

【0085】この第3の実施形態は、撮影時に生じる画像の劣化について考慮した実施形態である。

【0086】ビントがややずれることによって画像がぼけたり、あるいは手振れすることによって画像が流れたり、などの画像の劣化（画像の不鮮明さ）が発生した場合には、画像の空間周波数が全体的に落ちてしまうことがある。

【0087】このような場合に、特定の領域の階調を際立たせるように階調変換特性を変更して階調変換を行うと、それ以外の領域で、階調の境界が目立ってしまったか、甚だしい場合には、画像が破綻してしまう可能性がある。

【0088】こうした場合に対処するために、本実施形態は、例えば手振れ検出手段を設けるとともに、最大の重みを有するブロックと、最小の重みを有するブロックと、の重みの比が所定の制限値以内となるように制限して、重み付けが極端に局在化するのを抑制するためのリミッタを、例えば上記重み付け演算手段14内に設けたものである。

【0089】こうして、上記手振れ検出手段により手振れが検出された場合には、該重み付け演算手段14内のリミッタにより、重み付けの度合いを制限するようにしている。

【0090】なお、上記手振れ検出手段としては、例えば、ジャイロセンサのように機械的に検出するものや、あるいは、上記撮像素子2により撮像された画像を解析することにより動きベクトルを検出するものなどが、具体例として挙げられる。

【0091】さらに、これに限らず、画像全体の空間周波数やエッジを検出する手段を設ければ、これらの情報から手振れの状態をある程度推定することができるために、検出された空間周波数が落ちた場合に上記リミッタを動作させるようにしても良い。

【0092】このとき、上記リミッタは、空間周波数の

低下の度合いに応じて、重み付けの局在化を抑制するための制限値を、適応的に変化させるようにすると良い。

【0093】さらに、上記リミッタは、重み付け係数を調整することにより、局在化を抑制するようにするものであっても構わない。

【0094】加えて、上記手振れ情報やビントぼけ情報などの画像不鮮明度情報を、上記階調変換特性算出手段16が階調変換特性を計算する際に用いるようにしても構わない。

【0095】このような第3の実施形態によれば、上述した第1、第2の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、撮影された画像の周波数特性を考慮してヒストグラムの重み付け特性を変更することにより、手振れ画像やビントぼけ画像を階調変換したときの階調感の unnaturalさを低減することができる。

【0096】なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【0097】

【発明の効果】以上説明したように請求項1による本発明の画像処理システムによれば、画像を複数の領域に分割して輝度信号のヒストグラムを作成し、画面内における該領域の位置に応じた重み付けをして階調変換特性を算出し階調変換を行っているために、主観的により好ましい画像を得ることができる。

【0098】また、請求項2による本発明の画像処理システムによれば、記憶手段に記憶された画面内における領域の位置に応じた所定の重み付けを用いることにより、請求項1に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0099】さらに、請求項3による本発明の画像処理システムによれば、請求項2に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、画像の中央部付近を画像の周辺部に比して重くするような重み付けを行っているために、中央部付近に位置する可能性の高い主要被写体をより好ましく再現する画像を得ることが可能となる。

【0100】請求項4による本発明の画像処理システムによれば、請求項3に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、鮮鋭度を参照して重み付けを変更することにより、焦点が合っている可能性の高い主要被写体を、より好ましく再現する画像を得ることが可能となる。

【0101】請求項5による本発明の画像処理システムによれば、鮮鋭度が所定の閾値を超える領域について重みを重くすることにより、請求項4に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0102】請求項6による本発明の画像処理システムによれば、SF値を演算して該SF値に基づいて鮮鋭度を算出することにより、請求項5に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0103】請求項7による本発明の画像処理システム

によれば、エッジを検出して該エッジに基づいて鮮鋭度を算出することにより、請求項 5 に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0104】請求項 8 による本発明の画像処理システムによれば、空間周波数を検出して該空間周波数に基づいて鮮鋭度を算出することにより、請求項 5 に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0105】請求項 9 による本発明の画像処理システムによれば、画像全体の鮮鋭度を算出して画像の状態を把握することによっても、請求項 4 に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0106】請求項 10 による本発明の画像処理システムによれば、請求項 3 に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、光学系情報を参照して重み付けを変更しているために、絞り値や焦点位置に応じた最適な重み付けを行うことが可能となる。

【0107】請求項 11 による本発明の画像処理システムによれば、請求項 10 に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、小絞りかつ焦点位置が違い場合には、画像全体に焦点が合っていると考えられるために、各領域間の重み付けの相違を小さくしあるいはなくして、画像全体の階調を最適化することができる。

【0108】請求項 12 による本発明の画像処理システムによれば、請求項 10 に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、開放絞りまたは開放絞りに近くかつ焦点位置が近い場合には、主要被写体のみに焦点が合っていると考えられるために、所定の重み付けをそのまま用いるかあるいは各領域間の重み付けの相違を大きくすることにより、主要被写体の階調をより最適化することができる。

【0109】請求項 13 による本発明の画像処理システムによれば、請求項 1 に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、画像が不鮮明であるときには、最大の重みと最小の重みとの比を制限することにより、画像の劣化を防止することができる。

【0110】請求項 14 による本発明の画像処理システムによれば、手振れやピントばけにより画像が不鮮明となったときに、請求項 13 に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0111】請求項 15 による本発明の画像処理システムによれば、請求項 13 に記載の発明と同様の効果を奏するとともに、画像が不鮮明である度合いに応じて制限

値を適応的に変更しているために、画像により適した階調変換を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における画像処理システムの構成を示すブロック図。

【図 2】上記第 1 の実施形態における鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図。

【図 3】上記第 1 の実施形態における鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図。

10 【図 4】上記第 1 の実施形態における鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための図。

【図 5】上記第 1 の実施形態における鮮鋭度の計算方法の一例を説明するための線図。

【図 6】上記第 1 の実施形態における重み付け関数の一例を示す線図。

【図 7】上記第 1 の実施形態において、鮮鋭度の計算の結果により重み付けを大きくする画像ブロックの領域を示す図。

20 【図 8】上記第 1 の実施形態において、上記図 7 に基づく変更後の重み付け関数を示す線図。

【図 9】上記第 1 の実施形態において、上記図 8 の重み付けに基づき算出された階調変換特性曲線の一例を示す図。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態における画像処理システムの構成を示すブロック図。

【符号の説明】

1…撮像光学系（光学系）

2…撮像素子

3…A/D変換器

30 4…フレームメモリ

5…階調変換テーブル作成手段

6…階調変換手段

7…フレームメモリ

11…画像ブロック読出手段（領域分割手段）

12…鮮鋭度算出手段

13…ヒストグラム作成手段

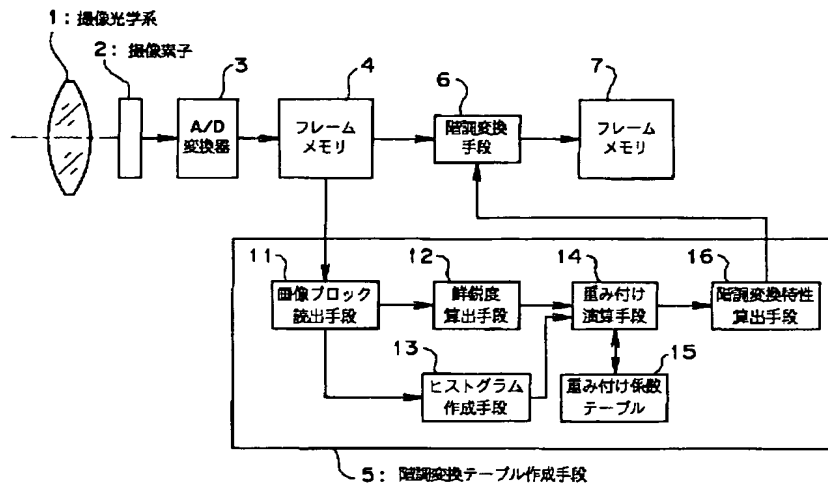
14…重み付け演算手段（重み付け手段）

15…重み付け係数テーブル（重み付け手段、記憶手段）

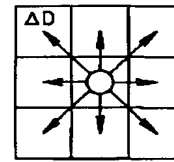
40 16…階調変換特性算出手段

21…撮影条件制御手段

【図1】



【図2】



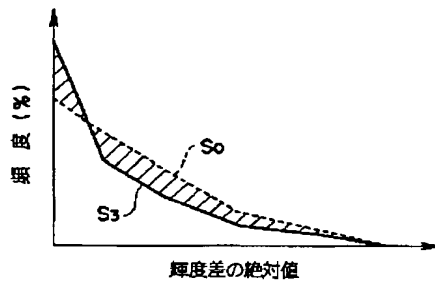
【図3】

12	14	20
8	16	24
12	16	32

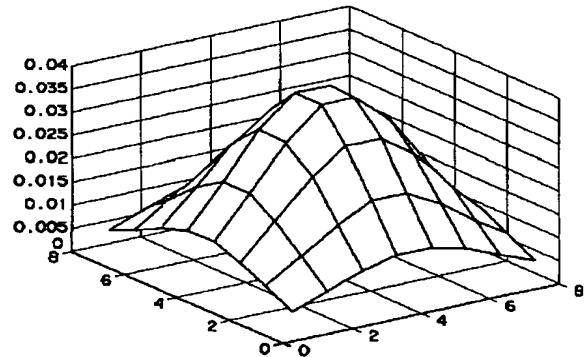
【図4】

4	2	4
8		8
4	0	16

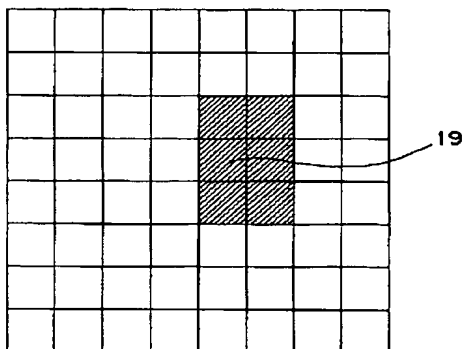
【図5】



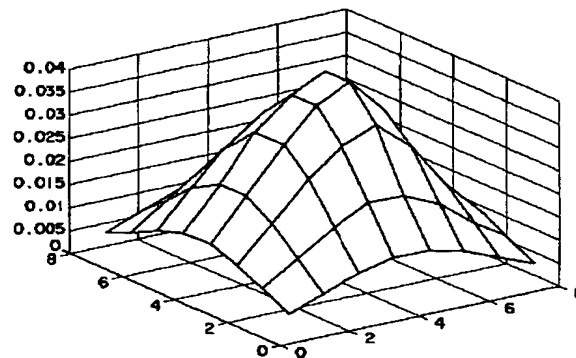
【図6】



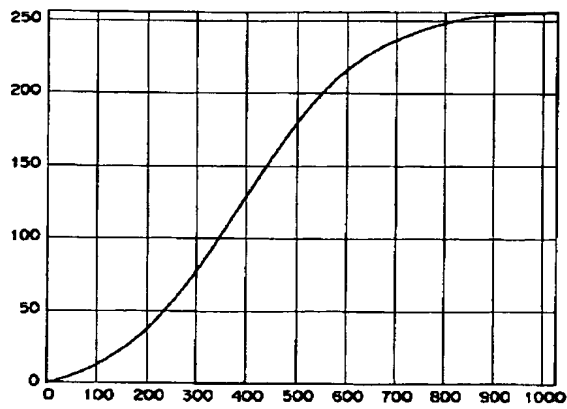
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

